

1968
IIe Colloque Européen et Méditerranéen sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes cultivées (viticulture, arboriculture, cultures méditerranéennes)

Le diagnostic foliaire du blé : ses difficultés en ce qui concerne en particulier le potassium dans les essais factoriels azote x potasse

par A. Loué
Directeur de Recherches à l'Office de la Recherche
Scientifique et Technique Outre-Mer
En service détaché aux Potasses d'Alsace

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28289, ex 1

Cpte : B

Résumé de la communication

L'étude rapporte les principaux résultats obtenus par diagnostic foliaire (ensemble des 2e et 3e feuilles sous l'épi à la floraison) pratiqué sur des essais factoriels N x K ou N x P x K afin de tenter une approche de la liaison teneurs en K x rendements.

Divers exemples montrent la difficulté de l'interprétation lorsqu'à l'effet de l'azote sur le développement (tallage en particulier) et les teneurs se superpose l'effet de la potasse sur les mêmes caractéristiques. La liaison d'ensemble teneurs x rendements est souvent mauvaise sur de tels essais. On doit la remplacer par des liaisons établies pour les divers niveaux d'apport azoté étudiés, qui sont nettement meilleures.

Dans les essais permanents, à réponse caractérisée à la potasse, on a obtenu en moyenne des diagnostics compris entre 0,7 et 1,3 % K pour K0, 1,60 % K pour K50 ou K60 et 2,10 % K pour K100 ou K120. Avec K150 ou plus la teneur monte à 2,3 à 2,5 %. En première approximation la teneur obtenue avec K120 (2,10 %) est proposée comme seuil critique pour l'échantillon considéré.

Méthodologie du diagnostic foliaire du blé

Le blé est une des plantes dont la fertilisation a été le plus étudiée (2). Cependant, les méthodes de contrôle biochimique, de diagnostic foliaire en particulier y ont connu un développement nettement moins important que pour le maïs.

Pourtant on s'est intéressé depuis longtemps à l'échantillonnage du blé puisque les premiers travaux semblent avoir été ceux de Maume et Dulac en France, qui portèrent sur des analyses de tiges entières prélevées à divers stades (6-7-8).

Des études d'échantillonnage ont été poursuivies sur le diagnostic foliaire proprement dit du blé. Elles concernent toujours les quatre premières feuilles

supérieures et la période étudiée est étroite, pratiquement du début de l'épiaison à la fin de la floraison.

Boldyrev, en 1959, suggère d'ailleurs de prendre les quatre premières feuilles, à partir du haut de la plante, au moment de la floraison, quand l'épi est plus ou moins complètement sorti (4).

En France, l'échantillonnage porte le plus souvent sur l'ensemble des 2e et 3e feuilles sous l'épi, au moment de la floraison, celle-ci étant définie comme la sortie des étamines hors des épillets. Cette méthode résulte principalement des travaux de Dulac sur la relation azote x rendement chez le blé (3 - 4 - 5).

Les Services Agronomiques des Potasses d'Alsace ont débuté des études de diagnostic foliaire sur le blé en 1964 et l'échantillonnage a porté le plus souvent sur l'ensemble 2e + 3e feuille, ci-dessus défini. Mais dans certains cas, on a réalisé des échantillonnages séparés, dont le tableau ci-après rapporte deux exemples :

- 1) Sur l'essai d'Erquières (Pas de Calais), étudiant la courbe de réponse au superpotassique, en 1964 on a analysé séparément la 1e et la 2e feuille.
- 2) Sur l'essai de Lieusaint (Seine et Marne), comportant trois doses de potasse, on a procédé en 1967, à l'analyse séparée des feuilles de rang 1, 2, 3, 4.

L'essai d'Erquières avait en particulier montré que la feuille 1 était moins riche en P et K que la feuille 2 et cela fut nettement confirmé sur d'autres prélèvements, en particulier celui de Lieusaint.

La teneur en azote décroît donc rapidement de la feuille 1 à la feuille 4 (et baisse légèrement sous l'influence des doses de potasse).

La teneur en phosphore croît de 1 à 2 et décroît ensuite.

La teneur en potassium est nettement plus faible en 1 qu'en 2 et 3 et l'influence des doses de potasse, tout en étant très nette est moins marquée sur les feuilles 1 (+ 28 %) en K100 que sur les feuilles 2 (+ 73 %), 3 (+ 119 %) et 4 (+ 212 %). L'écart entre K100 et K150, assez faible, tend à croître de la feuille 1 à la feuille 4.

La teneur en calcium est nettement moins variable avec le rang foliaire, en particulier pour les feuilles 2 et 3. Par contre, elle diminue beaucoup avec les doses de potasse. La même influence s'observe sur la teneur en magnésium qui décroît de 1 à 4, sans enrichissement accusé pour le traitement K0.

% matière sèche	N	P	K	Ca	Mg
I/ Essai d'Erquières					
1e feuille					
N60 (PK) 0	2,89	0,33	1,44	1,07	0,30
N60 (PK) 75	2,80	0,34	1,77	0,85	0,24
2e feuille					
N60 (PK) 0	2,55	0,37	2,09	0,93	0,24
N60 (PK) 75	2,31	0,36	2,62	0,72	0,17
II/ Essai de Lieusaint					
1e feuille					
N100 P100 K0	3,22	0,29	1,19	1,74	0,29
N100 P100 K100	3,10	0,27	1,52	1,16	0,22
N100 P100 K150	3,10	0,27	1,58	1,06	0,20
2e feuille					
N100 P100 K0	2,87	0,32	1,46	1,58	0,24
N100 P100 K100	2,80	0,32	2,52	1,04	0,17
N100 P100 K150	2,70	0,33	2,64	0,84	0,17
3e feuille					
N100 P100 K0	2,15	0,26	1,08	1,54	0,22
N100 P100 K100	2,13	0,27	2,37	1,08	0,17
N100 P100 K150	2,08	0,28	2,52	0,96	0,14
4e feuille					
N100 P100 K0	1,24	0,16	0,62	1,66	0,20
N100 P100 K100	1,42	0,17	1,94	1,26	0,17
N100 P100 K150	1,36	0,19	2,18	1,22	0,13

Cela montre les difficultés de l'échantillonnage. Si la feuille de rang 4 peut être éliminée, car nettement appauvrie en N, P, Mg sinon K, par contre le choix est plus délicat pour les trois autres selon l'élément. Pour l'azote, on peut en effet considérer que le prélèvement de 2 + 3 amortit les risques de teneurs élevées et faibles. Par contre, pour P, l'échantillon 2 + 3 concerne deux feuilles en situation différente, et on pourrait lui préférer 1 + 2 + 3. En ce qui concerne le potassium, la feuille 1 est la moins sensible et le prélèvement 2 + 3 semble satisfaisant.

Les Résultats obtenus par le diagnostic foliaire du blé (N et P)

Les études ont essentiellement porté sur l'azote, très peu sur le phosphore et moins encore sur le potassium.

Azote : Dulac s'est attaché à montrer la relation entre la teneur en azote de

chaque feuille au moment de la floraison et le rendement, quand aucune autre cause que la nutrition azotée ne vient modifier la composition de la feuille (3-4-5). Mais le problème du tallage complique incontestablement le diagnostic foliaire chez le blé. Grâce à ses possibilités assez souples de tallage, le blé est capable de proportionner son développement aux possibilités du sol. Ce processus agit comme un volant et tend donc à minimiser les écarts de nutrition. Une application d'azote au tallage doit tendre à augmenter le rendement grâce à l'augmentation du nombre de talles, mais cela ne s'accompagne pas nécessairement d'une augmentation de la teneur en azote. Il y a donc un risque d'atténuation importante de la liaison teneurs en azote x rendements. Dulac envisageait d'ailleurs surtout la relation elle-même plus qu'une courbe précise. On conçoit assez facilement que l'étude de la nutrition azotée par diagnostic foliaire à la floraison doit se faire en précisant les doses et modes d'apport de l'azote.

Phosphore : Sur les essais factoriels N x K ou N x P x K considérés ci-dessous à propos du potassium, on a pu faire les observations suivantes : on note généralement dans les essais potasse une légère baisse de la teneur en phosphore avec les doses de potasse, en ce sens que les feuilles des parcelles K0, en cas de réponse à K20, sont plus riches en P (0,33 à 0,36 %) par suite d'une légère concentration.

Sur l'essai de Chabeuil, pour les 2^e et 3^e feuilles, une teneur de 0,31 à 0,33 semble très correcte.

Sur l'essai de Pont St Martin, pour la 2^e feuille, la teneur passe de 0,27 à 0,30 de P75 à P150 sans qu'il y ait réponse sur le grain. Pour de nombreux diagnostics réalisés en 1967, la teneur allait de 0,28 à 0,35 % P. Des teneurs inférieures à 0,25 peuvent être considérées comme anormalement faibles et des teneurs supérieures à 0,35 comme élevées.

Le potassium et le diagnostic foliaire du blé

Il sera fait état ici des principaux résultats obtenus par les Services Agronomiques des Potasses d'Alsace dans des essais potasse ou dans des essais factoriels N x K ou N x P x K, afin de tenter une approche de la liaison teneurs en K x rendements. Ces résultats montrent aussi la difficulté d'exploitation du diagnostic foliaire du blé dans les essais factoriels NK, en cas de réponse aux deux éléments.

1) Essai de Chabeuil (Drôme) en 1966

Le dispositif expérimental (split-plot) comportait trois blocs de trois grandes parcelles N1, N2, N3 subdivisées chacune en trois sous-parcelles K0, K1, K2.

La fumure phosphatée était uniforme (100 kg/ha P205 à partir de supertriple). Les doses d'azote (35, 70, 105 kg/ha N) furent appliquées en un seul apport d'ammonitrate 33,5 % le 15 Février 1966.

L'essai sur blé variété Moisson fut hautement significatif, tant pour N que pour K20.

q/ha grains	K0	K60	K120	Effet N
N35	28,0	34,2	33,6	31,9
N70	34,4	40,5	42,3	39,0**
N105	39,4	47,0	49,5	45,0***
Effet K	33,9	40,6**	41,8***	38,8

	ppds	
	0,05	0,01
Effet N	3,2	5,3
Effet K	2,5	4,6
Table NK colonnes	4,7	7,2
lignes	4,3	6,0

Les échantillons de diagnostic foliaire (ensemble des 2^e et 3^e feuilles sous l'épi) furent prélevés à la floraison, le 20 mai 1966. Les résultats figurent au tableau ci-dessous :

% de matière sèche	N35			N70			N105		
	K0	K60	K120	K0	K60	K120	K0	K60	K120
N	1,97	1,88	2,11	1,82	1,95	2,00	1,84	2,01	2,13
P	0,36	0,34	0,33	0,34	0,33	0,32	0,35	0,33	0,31
K	1,74	2,11	2,23	1,21	2,02	2,23	1,12	1,82	2,20
Ca	1,02	0,77	0,71	1,25	0,84	0,78	1,32	0,97	0,85
Mg	0,22	0,20	0,19	0,27	0,21	0,18	0,28	0,23	0,19

On constate que les teneurs en azote n'ont absolument pas été influencées par les doses d'azote (respectivement 1,98 - 1,92 - 1,99) mais seulement par les doses de potasse (respectivement 1,88 - 1,95 - 2,08 pour K0, K1, K2). L'absence d'effet de l'azote peut s'expliquer par le développement végétatif très supérieur avec N70 et surtout N105.

Les teneurs en phosphore ont très légèrement baissé avec les doses de potasse (0,35 - 0,33 - 0,32).

Les teneurs en potassium ont été diminuées par les doses d'azote (respectivement 2,03 - 1,82 - 1,72 % avec ppds 0,05 = 0,28 %) et augmentées par les doses de potasse (respectivement 1,36 - 1,99 - 2,22 % avec ppds 0,05 = 0,16 % et ppds 0,01 = 0,23 %). Avec les doses d'azote croissantes et le meilleur tallage, il y a évidemment eu dilution du potassium (essai à réponse déjà affirmée à K20). Cette dilution a surtout joué en l'absence de potasse (K0) et la teneur tombe de 1,74 à 1,12 %. Elle joue déjà moins avec K60 (2,11 à 1,82 %) et pratiquement plus avec K120 (2,23 à 2,20 %).

Les teneurs en calcium sont augmentées avec les doses d'azote (effets principaux de

0,84 - 0,96 - 1,04 % Ca avec ppds 0,05 = 0,15 %) et diminuées par les doses de potasse (effets principaux de 1,20 - 0,86 - 0,78 % Ca, avec ppds 0,05 = 0,13 % et ppds 0,01 = 0,18 %).

Les teneurs en magnésium ont été affectées de manière importante (effet principal de N de 0,20 - 0,22 - 0,23 % Mg ; effet principal de K de 0,26 - 0,21 - 0,19 % Mg avec ppds 0,05 de 0,02 %).

La figure 1 représente les rendements en liaison avec les teneurs des feuilles en potassium (données parcellaires et effets principaux). Il apparaît de suite qu'il serait illusoire de rechercher une liaison d'ensemble teneurs x rendements. De telles liaisons ne peuvent être recherchées que si la nutrition azotée, au moins, a atteint un niveau optimum pour tous les traitements.

Or ici, les plantes ont vu leur développement très influencé par les doses d'azote. Aussi la liaison rendements x teneurs en K ne peut s'examiner qu'à un même niveau d'apport azoté. Le graphique permet précisément de grouper les parcelles N1, N2, N3.

Au niveau N1, l'azote limite le rendement à 36 q/ha environ. La liaison rendements x teneurs en K existe, mais à l'intérieur d'une fourchette assez étroite. Le rendement ne croît pas de K1 à K2.

Au niveau N2, l'azote limite le rendement à 44 q/ha ; la liaison avec les teneurs en K est assez bonne ; le rendement croît légèrement de K1 à K2.

Au niveau N3, la liaison est maintenant très bonne. Si on considère les conditions de développement végétatif global comme normales et satisfaisantes avec N3, on peut considérer seulement les traitements N3 pour l'étude de la liaison teneurs en K x rendements. Il apparaît alors, malgré le nombre limité de points que le seuil critique serait au moins égal à 1,8 % K car pour tous les points correspondant à une teneur supérieure à 1,8 % le rendement dépasse 45 q/ha tandis qu'il est inférieur à 45 q/ha pour tous les points ayant une teneur inférieure.

2) Essai de Pont St Martin (Loire Atlantique) 1966

Il s'agit d'un essai factoriel N x P x K, à quatre niveaux d'azote, deux niveaux d'acide phosphorique et quatre niveaux de potasse, qui furent :

- N : 40, 80, 120, 160 kg/ha N pour N1, N2, N3, N4
- P205 : 75, 150 kg/ha P205 pour P1, P2
- K20 : 0, 50, 100, 150 kg/ha K20 pour K0, K1, K2, K3.

L'azote fut appliqué en trois fois (mi novembre 0, 10, 20, 30 - fin février 40, 60, 80, 100, début avril 0, 10, 20, 30).

Les rendements, (blé Cappelle) furent faibles en raison des conditions d'humidité et surtout d'un très violent orage de grêle avant la moisson. L'essai, caractérisé depuis plusieurs années par une forte réponse à K₂₀ et à N, fut cependant très hautement significatif. Les effets principaux des doses d'azote et de potasse furent les suivants :

Effets principaux	grain q/ha	paille q/ha	Poids spécifique	nombre épis /m ²	Poids de 1000 grains (g)
N ₄₀	16,7	26,0	73,3	233	40,4
N ₈₀	18,6	41,7**	72,6	254	39,9
N ₁₂₀	22,1*	39,3*	72,6	304**	39,4
N ₁₆₀	25,3**	42,7**	71,9*	351***	38,0**
K ₀	14,9	22,2	69,6	239	35,2
K ₅₀	21,6*	38,2**	73,3***	285	40,1***
K ₁₀₀	23,8**	44,7**	73,7***	310**	41,2***
K ₁₅₀	22,3**	45,0**	73,8***	309**	41,2***
ppds 0,05	5,4	10,5	1,1	52	1,7
ppds 0,01	7,3	14,3	1,5	71	2,2

L'influence positive de la fumure azotée résulte surtout d'une augmentation spectaculaire du nombre d'épis au m² avec baisse du poids de 1000 grains.

L'influence positive des doses de potasse résulte d'une augmentation simultanée du nombre d'épis au m², du poids de grains par épi (0,62 g en K₀ et 0,77 g en K₁₀₀) et du poids de 1000 grains.

Le diagnostic foliaire fut effectué le 7 juin, au stade floraison et concerna la seule seconde feuille de l'épi. Le tableau ci-après rapporte seulement les teneurs correspondant aux effets principaux.

Les doses d'azote ont nettement majoré les teneurs en azote qui restent cependant faibles. Elles ont été pratiquement sans influence sur les teneurs en P, K et ont légèrement accru les teneurs en Ca et en Mg.

Les doses de potasse ont eu une influence très accusée, négative sur les teneurs en N, P, Ca, Mg et positive sur les teneurs en K. En réalité, cette influence est considérable de K₀ à K₅₀ et moins forte au delà, au moins pour les teneurs en N et P (car l'antagonisme entre K et Ca ou Mg se poursuit jusqu'à K₁₅₀).

Effets principaux	Teneurs % de matière sèche (D F)				
	N	P	K	Ca	Mg
N40	1,57	0,28	1,74	0,66	0,16
N80	1,63	0,28	1,70	0,69	0,17
N120	1,69	0,29	1,66	0,74	0,18
N160	1,79	0,28	1,66	0,75	0,19
K0	2,19	0,33	0,67	1,20	0,29
K50	1,55	0,27	1,60	0,70	0,16
K100	1,50	0,26	2,17	0,50	0,13
K150	1,44	0,26	2,31	0,43	0,11

La recherche des liaisons entre rendements et teneurs est ici très délicate, en raison d'une liaison inverse entre les teneurs en N et celles en K que traduit la figure 2. Aux très faibles teneurs en potassium, correspondant aux huit traitements K0 et donc aux très faibles rendements (du fait de la forte réponse à K20), sont associées les plus fortes teneurs en azote. Si on traçait le graphique teneurs en N x rendements pour les 32 traitements, les 8 points K0 seraient aberrants. Au niveau des effets principaux (chacun d'eux étant la moyenne de 8 parcelles soit 2 parcelles K0, K1, K2, K3) la liaison positive teneurs en N x rendements subsiste entre 1,57 et 1,79 % N. Les doses de potasse ont amélioré le tallage et la production de matière végétative (colonnes paille et nombre d'épis) et avec l'élévation correspondante des teneurs en K on a enregistré une dilution vis à vis de l'azote. Lorsqu'un facteur de nutrition autre que N peut agir sur le tallage et le développement, le problème de la relation teneur en azote x rendements se trouve donc singulièrement compliqué.

La liaison rendements x teneurs en K sur les 32 traitements est très bonne de K0 à K50 mais l'éventail des rendements devient plus large pour les 8 traitements K100 et surtout les K150 en raison de l'influence de l'azote.

Mais si, opérant comme pour l'essai de Chabeuil, nous recherchons la liaison pour une même dose d'azote, nous constatons que la liaison devient bonne aux niveaux N120 et surtout N160 de K0 à K100 (Fig. 3). Cela résulte de l'influence dépressive des doses d'azote sur les teneurs foliaires en potassium au niveau K50 en particulier. En présence de forts apports d'azote il y a donc intérêt certain à ce que le niveau foliaire en K soit supérieur à 1,60 et il y a une tendance à l'augmentation de rendement jusqu'aux teneurs de 2,1 à 2,2 % K.

Teneurs en K % de matière sèche

	K0	K50	K100	K150
N40	0,85	1,79	2,12	2,20
N80	0,71	1,60	2,22	2,25
N120	0,56	1,61	2,10	2,35
N160	0,55	1,41	2,22	2,45

3) Essai du Chesnoy (Loiret) en 1967

Lorsque, sur un essai factoriel N x K ou N x P x K, la nutrition azotée est satisfaisante pour l'ensemble des traitements et si dès lors, l'effet des doses d'azote sur certaines composantes du rendement (importance du tallage, croissance des talles par exemple) se trouve réduit, il devient possible de considérer la liaison teneurs en K x rendements pour l'ensemble des traitements étudiés. C'est ce qui fut constaté sur l'essai du Chesnoy en 1967. Le dispositif est identique à celui de l'essai précédent. On se limitera ici à la seule interaction N x K, l'effet de P205 ayant été très faible.

Dans cet essai, l'effet global de l'azote sur les rendements en grains fut très faible et sans signification (blé venant après luzerne) et l'effet de la potasse fut positif et hautement significatif.

Le diagnostic foliaire a porté sur l'ensemble des 2e et 3e feuilles sous l'épi à la floraison. Les teneurs en azote ont augmenté de N1 à N4 (respectivement 2,60 - 2,71 - 2,86** - 2,88** % N) mais le niveau N1 semble déjà assez correct pour l'échantillon considéré.

Le tableau ci-dessous rapproche les rendements et les teneurs en K.

	q/ha grains				Effet N	K % matière sèche (D F)				Effet N
	K0	K50	K100	K150		K0	K50	K100	K150	
N50	37,6	44,7	48,5	43,7	43,6	1,61	2,03	2,22	2,24	2,02
N75	38,3	43,8	44,6	44,5	42,9	1,86	1,64	2,07	2,11	1,92
N100	41,1	40,8	41,7	46,3	42,5	1,49	1,80	1,85	2,01	1,79
N125	40,9	41,2	44,9	46,9	43,5	1,64	1,79	2,23	2,13	1,95
Effet K	39,6	42,6*	44,9**	45,4**		1,65	1,81	2,09**	2,12**	

L'effet des doses d'azote n'est pas significatif sur les teneurs en K (Il n'y a pas eu dilution du fait d'un meilleur tallage ou d'un plus fort développement avec les doses croissantes d'azote). L'effet des doses de potasse est très positif.

La liaison d'ensemble teneurs en K x rendements, représentée par la Fig. 4 est ici tout à fait acceptable et la décomposition en liaisons partielles selon les niveaux azotés, n'améliorerait rien, du fait de l'absence d'interaction.

4) Autres diagnostics

Cette situation se trouve en général réalisée sur les essais étudiant seulement le facteur K20 et où la fumure azotée uniforme tend à assurer une nutrition azotée sensiblement identique, peu influencée en général par les doses de potasse. Tel est le cas des essais de Lagardelle (Haute Garonne) et de Mazères (Ariège) dont les diagnostics figurent ci-dessous :

Lagardelle		1965 (Etoile de Choisy)				Lagardelle		1967 (Magali)			
	q/ha	% de matière sèche					q/ha	% de matière sèche			
		N	K	Ca	Mg			N	K	Ca	Mg
K0	34,8	2,93	1,13	1,31	0,43	K0	29,2	2,78	1,30	0,92	0,33
K60	38,2	3,00	1,65	1,22	0,41	K80	32,8	2,84	2,05	0,66	0,26
K120	41,7**	3,14	2,10	1,17	0,39	K160	34,0*	2,72	2,53	0,51	0,20
ppds 0,05	3,6	-	0,20	0,06	0,04		4,5	0,31	0,30	0,14	0,05
ppds 0,01	5,0		0,28	0,09	0,06		6,2	0,43	0,42	0,19	0,07

Mazères 1966 (Moisson)		% de matière sèche				Mazères 1967 (Moisson)		% de matière sèche			
	q/ha	N	K	Ca	Mg		q/ha	N	K	Ca	Mg
K0	16,6	1,77	0,75	1,81	0,29	K0	37,2	2,76	1,56	1,22	0,22
K80	27,0**	1,80	1,77	1,17	0,20	K80	38,2	2,83	2,29	0,98	0,18
K120	26,0**	1,70	2,02	0,95	0,16	K120	38,0	2,82	2,62	0,88	0,17
K160	29,7**	1,91	2,28	0,90	0,15	K160	39,9	2,87	2,70	0,88	0,16
ppds 0,05	6,8	-	0,14	0,14	0,04		2,9	0,16	0,40	0,12	0,03
ppds 0,01	9,4	-	0,20	0,20	0,06		4,0	0,22	0,56	0,17	0,04

Dans les essais permanents, à réponse caractérisée à la potasse, on a obtenu en moyenne les diagnostics suivants :

Pour les traitements K0 (parcelles K0 d'ancienneté variable selon les essais). La teneur en potassium de l'échantillon foliaire irait de 0,70 à 1,30 %.

Pour les traitements faibles K50 ou K60, le niveau foliaire se situe généralement vers 1,60 % K.

Avec les traitements moyens K100 ou K120, la teneur est très-peu dispersée vers 2,10 % K.

Enfin, avec les plus fortes doses K150, la teneur monte à 2,30 % K mais la majoration de rendement par rapport au niveau précédent est moins certaine.

En première approximation, il semble que les teneurs voisines de 2,10 % puissent être proposées comme seuil critique de teneur en K pour l'échantillon considéré (le seuil critique étant la zone de teneurs au-dessus desquelles la liaison teneurs x rendements n'existe plus).

Conclusions

Il semble donc que pour étudier avec plus de précision les teneurs en K en liaison avec les rendements, il soit désirable de se placer à l'optimum de nutrition azotée et dans des conditions de tallage assez précises (n'incluant que le propre effet de K₂₀). Le tallage aggrave chez le blé le problème de la dilution.

Une utilisation importante du diagnostic foliaire est sans doute de suivre des essais factoriels qui fournissent souvent des diagnostics plus différenciés que les essais à un seul facteur. Les exemples traités à propos de N x K montrent la difficulté de l'interprétation lorsqu'à l'effet de l'azote sur le développement et les teneurs se superpose l'effet de la potasse sur les mêmes caractéristiques.

En ce qui concerne le potassium, on a pu proposer une teneur de 2,10 % K pour l'échantillon des 2^e et 3^e feuilles, comme typique de la bonne nutrition potassique.

Une autre difficulté des essais factoriels à laquelle il n'a pas été fait allusion, c'est celle de l'échantillonnage à une seule date lorsqu'un essai comporte de nombreux traitements susceptibles de présenter des décalages de stade physiologique. On doit le plus souvent tolérer une certaine marge de variation de l'échantillonnage au sein de la période de floraison.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOLDYREV NK 1959 - The diagnosis of the nitrogen and phosphorus requirement of wheat during flowering by means of the general chemical analysis of the leaves. Pochvovedenie (Pedology) 11° 104-114
2. COIG Y. 1960 - Les bases physiologiques de la nutrition et de la fertilisation rationnelle du blé in "Progressive Wheat Production" Centre d'Etude de l'Azote - Genève 95-115.

3. DULAC J. 1955 - Diagnostic foliaire des céréales : I/ Relation entre le rendement et la teneur en azote de chaque feuille chez le blé. II/ Eléments généraux d'interprétation de la relation azote rendement chez le blé. Compt. R. Acad. Agri. France 328-333
4. DULAC J. 1956 - Intérêt de la relation "azote-rendements" comme élément d'appréciation de la cinématique de l'alimentation azotée chez le blé.
Compte R. Acad. Agri. France 112-115.
5. DULAC J. 1956 - La relation "azote-rendement" chez les céréales in "Analyse des Plantes et Problème des Fumures Minérales". IRHO - Paris 400-406.
6. MAUME L, J. DULAC, 1936 - Echantillonnage rationnel de la plante blé en vue des analyses chimiques comparatives
Compt. R. Acad. Agri. France 26-906-913
7. - MAUME L, J DULAC, 1936 - Degré de précision de l'échantillonnage de la plante Blé à certaines époques physiologiques.
Compt. R. Acad. Agri. France 28 - 985-991.
8. MAUME L, J DULAC 1942 - Observations sur la physiologie de la nutrition du blé au cours de périodes critiques. Annales Agro. 193-223

Fig. 1 : Liaison teneurs en K \times Rendements (Chabeuil)

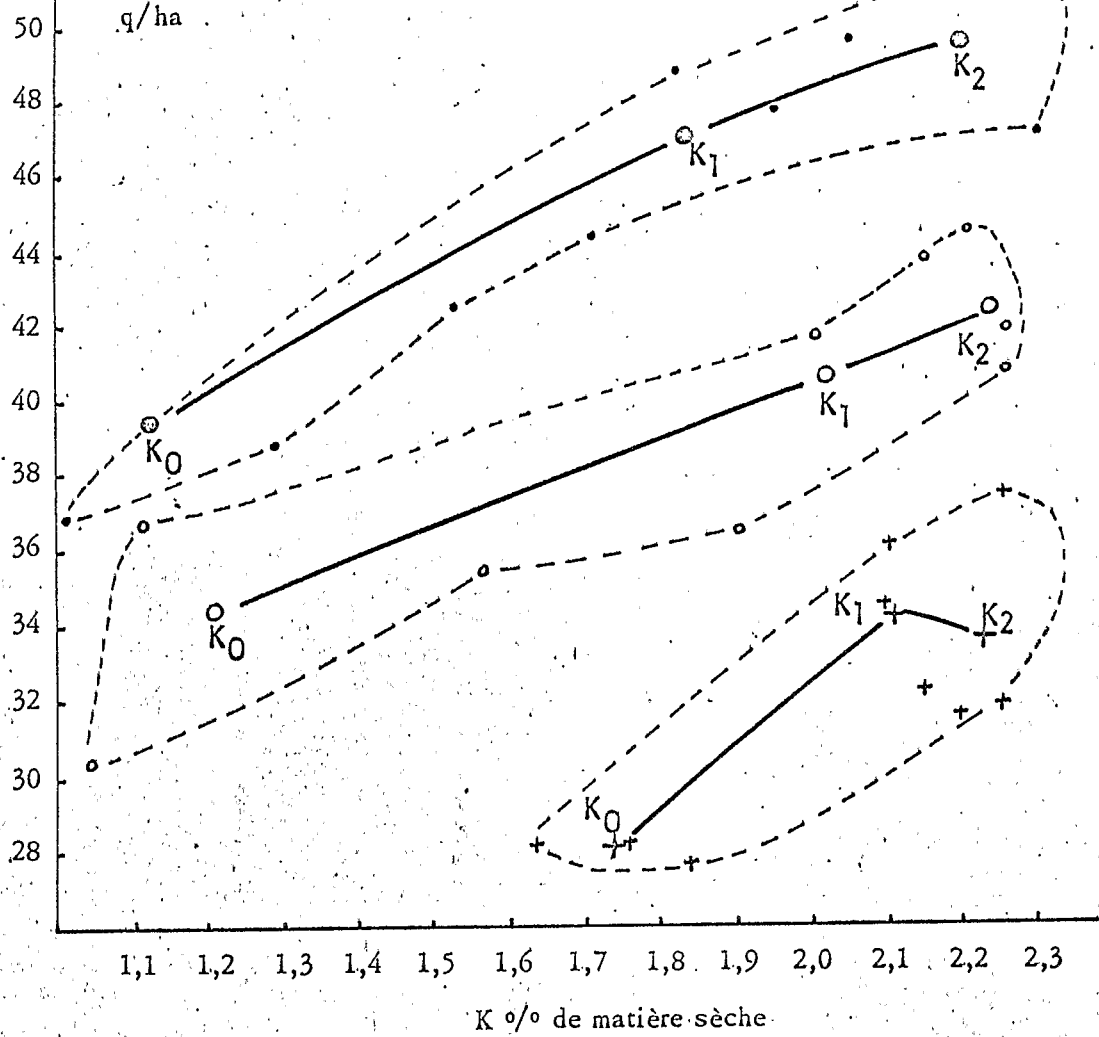


Fig. 4 : Liaison teneurs en K \times Rendements (Le Chesnoy)

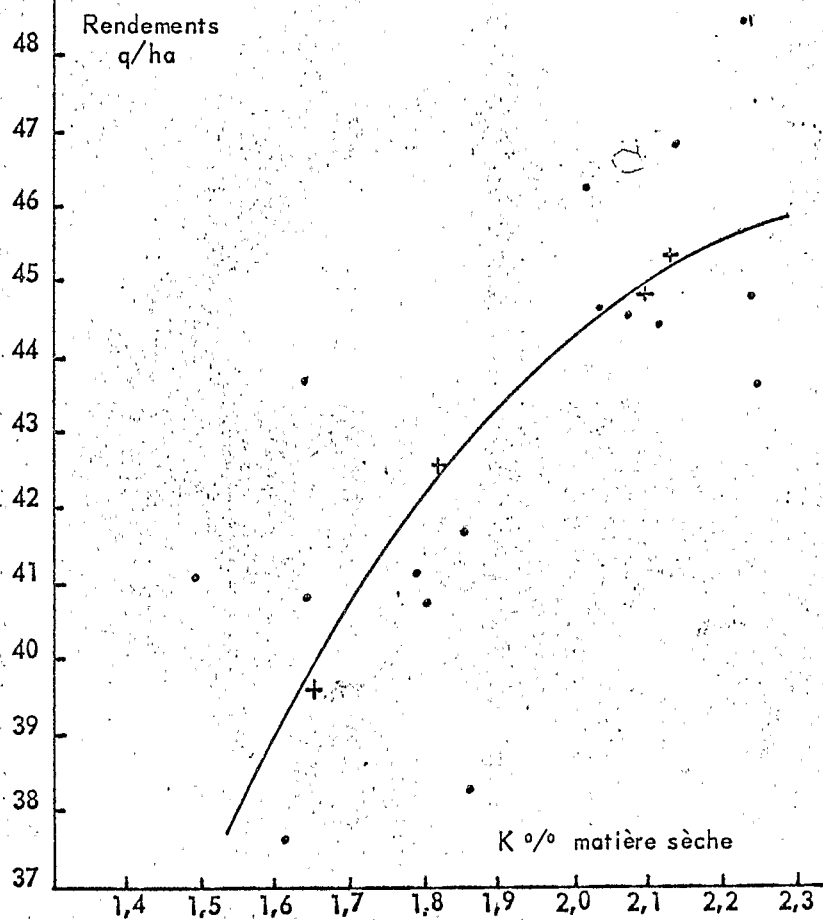


Fig 2: Relation teneurs en N/teneurs en K dans la feuille

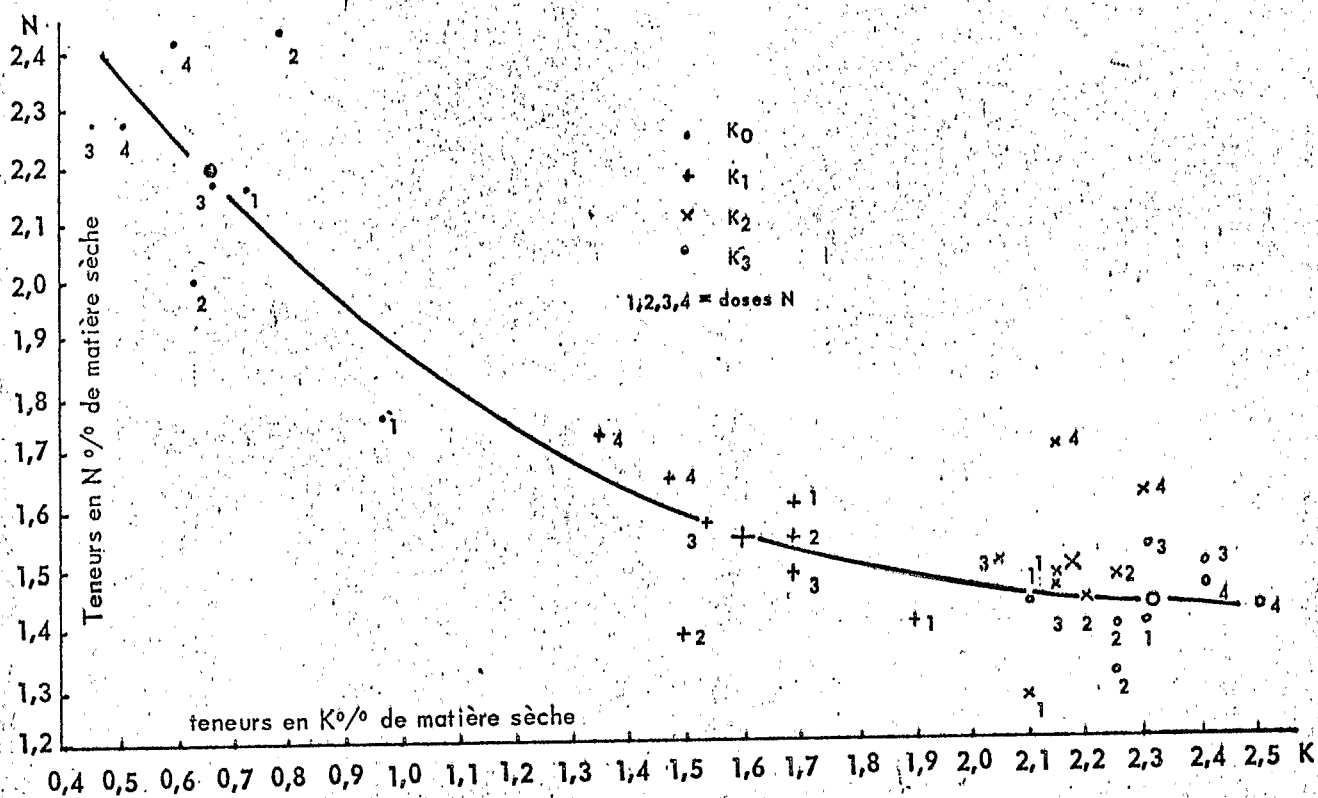


Fig. 3 : Liaison rendements × teneurs des feuilles en K (Pont-St-Martin)

